

CALIDAD DE AGUAS DE BEBIDA EN ALGUNAS LOCALIDADES URBANAS DE BUENOS AIRES

OLGA S. HEREDIA y CARLA PASCALE¹

Recibido: 20/05/99

Aceptado: 24/03/00

RESUMEN

La contaminación de aguas con nitratos puede ser de origen natural ó antrópica. Su presencia en el agua de bebida es importante en lo referente a la salud humana, ya que cuando su nivel supera el Nivel de Máxima Concentración, los microorganismos en el tracto digestivo pueden convertir los nitratos en nitritos, estos compiten con el oxígeno en la corriente sanguínea y hacen ineficiente su transporte, causando una enfermedad denominada metahemoglobinemia, que puede ser mortal en los niños, la posibilidad de que ocurra puede darse cuando su nivel supera los 45 mg/l de Nitratos.

El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de nitratos en aguas subterráneas y de red de algunos centros urbanos de Buenos Aires y su relación con la profundidad de las perforaciones.

Se tomaron 38 muestras de agua durante el mes de junio de 1998 y se repitieron 8 en abril de 1999 en distintas localidades de Buenos Aires con profundidades comprendidas entre 6 a 78 m, a las que se les determinó el contenido de nitratos por el método de Bremner.

Se realizó un análisis de correlación entre los contenidos de nitratos y la profundidad de los pozos.

Se encontraron altos niveles de nitratos en las aguas de bebida. El máximo valor fue de 252 mg/l (localidad de Pablo Podestá), mientras que el mínimo fue de 6 mg/l de nitratos (Moreno). El 59,4% de las muestras presentó valores de nitratos superiores a 45 mg/l. No existió relación entre la profundidad de las perforaciones ($r^2 = 0,085$) y el contenido de nitratos. No hubo diferencias entre fechas en el contenido del ion evaluado y su valor en aguas de red fue adecuado según las normas existentes.

Palabras clave: agua, degradación, nitratos, salud.

WATER DRINKING QUALITY IN BUENOS AIRES URBAN AREAS

SUMMARY

Nitrate in drinking water represents a human health concern as, when levels are high (above Maximum Concentration Level: 45 mg NO₃/l), microorganisms in the stomach may convert nitrate to nitrite. Nitrite absorbed into bloodstream converts haemoglobin to methaemoglobinemia, which is ineffective in oxygen transport in the blood. Acute and chronic elevated methaemoglobinemia can kill infants, in a condition known as methaemoglobinemia (sometimes referred to as "blue baby syndrome").

Although the disease is rare, the potential methaemoglobinemia disease exists whenever nitrate-nitrogen levels exceed 10 mg N/l or 45 mg N/l as nitrate.

This work was conducted in order to evaluate the nitrate content in groundwater and its relation with wells depth, and quality of public water systems in some urban areas.

Thirty-eight samples of water were collected in different urban areas in Buenos Aires between June of 1998 and eight samples in April of 1999.

The samples were collected in sterilised sample bottles and wells depth were 6 to 78 m. The technique to determining Nitrate-Nitrogen in water was Bremner's method. High nitrate concentration is present in groundwater and lower in drinking water.

The maximum level was 252 mg/l (Pablo Podestá) and the minimum was 6 mg/l of nitrates (Moreno). The 59.4% of water samples were higher in nitrates, above the maximum contamination level (MCL: 45 mg/l).

It doesn't exist correlation between wells depth and nitrate concentration in these samples of urban Buenos Aires water.

The correlation coefficient between nitrates and wells depth was $r^2 \Rightarrow 0.085$.

Key words: water, degradation, nitrates, health.

¹Cátedra de Edafología, Dpto. Recursos Naturales y Ambiente, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires, Argentina. E-mail: heredia@mail.agro.uba.ar

INTRODUCCION

La contaminación del agua subterránea está estrechamente ligada a los procesos de degradación ambiental.

El nitrógeno (N) es esencial para la vida, ya que es un elemento que permite la formación de las proteínas. Existe en el ambiente de muchas formas, las que varían a través de su ciclo. Sin embargo, excesivas concentraciones del N como nitratos en el agua de bebida pueden ser peligrosas para la salud, especialmente en los niños y en las mujeres embarazadas (Vitousek *et al.*, 1997).

Los nitratos en el agua no son detectables sin la realización de un análisis debido a que son inodoros, incoloros e insípidos, por lo que es recomendable realizar este "test" en lugares donde hay niños, mujeres embarazadas o durante su periodo de lactancia y ancianos, debido a que conforman el grupo de población más susceptible a sufrir enfermedades relacionadas a este ion.

En sí mismos no son tóxicos, se absorben rápidamente a nivel intestinal y se eliminan por orina, pero su peligro reside en la reducción enzimática de nitratos a nitritos, la que ocurre en la cavidad bucal o en el tubo digestivo.

El efecto que tienen sobre la salud no ha sido determinado en adultos pero sí en niños, donde el principal problema es la metahemoglobinemia o enfermedad del "niño azul", cuya sintomatología tiene como rasgo característico la cianosis, que se manifiesta por la coloración azul de la piel y de las mucosas causada por la insuficiente oxigenación de la sangre (Petcheneshsky, 1988). En la misma los nitratos compiten con el oxígeno por la hemoglobina de la sangre, de manera que este es transportado en forma ineficiente.

Los bebés menores a 4 meses, al no existir mecanismos de compensación, son más sensibles a estos compuestos debido, entre otras cosas, a que la acidez de su estómago es menor que en los adultos, lo que facilita la conversión de nitratos en nitritos.

En los adultos se lo ha asociado con el cáncer gástrico, pero aún no existen evidencias ciertas sobre el mismo (Jasa *et al.*, 1996).

En los grandes centros urbanos y en el área rural existe la posibilidad de la contaminación con este

elemento, tanto del agua subterránea como superficial.

La particularidad que presentan los nitratos es su alta movilidad en el suelo, no son retenidos por las partículas coloidales (arcillas), por lo que con el agua de lluvia o riego, pueden ser lavados fácilmente, más allá de la zona radical.

La contaminación con nitratos (NO_3) puede originarse en fuentes puntuales como por ejemplo los sistemas de disposición de estiércol, o puede ser de fuentes no puntuales como las que provienen de la fertilización de cultivos. En las áreas urbanas, la contaminación de la capa freática se debe a descargas de desechos municipales e industriales o cercanía a pozos ciegos.

Cuando el agua es clorada para asegurar su calidad desde el punto de vista microbiológico, el cloro puede en presencia de nitratos formar nitrosaminas, cuyo efecto cancerígeno está comprobado.

La población del conurbano bonaerense, en comparación con el resto del país, no cuenta con un servicio adecuado de agua potable y cloacas (sólo el 33% de la población del Gran Buenos Aires tiene servicio de red cloacal, Fundación Ciudad, 1999), que permita el abastecimiento de agua de calidad y que preserve la salud de la población.

En estudios realizados sobre el contenido de nitratos, nitritos y amonio en aguas de bebida (superficial, subterránea, embotellada y de red) entre las décadas de 1970 y 1980, en distintos municipios del conurbano bonaerense, se encontraron valores significativos de estos iones. Se detectaron casos de niños afectados por metahemoglobinemia que fueron atendidos en hospitales públicos nacionales y provinciales (Dr. P. de Elizalde, Sor María Ludovica de La Plata, Prof. A. Posadas, H. de San Justo), los niños tenían una edad promedio inferior al año de vida, esto demostró la necesidad del control de los niveles de nitratos y/o nitritos presentes en las aguas de consumo (Petcheneshsky, 1988) como medida de prevención, control y difusión de la sintomatología.

En virtud de lo expuesto, se planteó la necesidad de monitorear la calidad del agua de bebida en algunas localidades de Buenos Aires, que aún no cuentan con servicios de agua potable, algunas

aguas de red y asociarlas a la profundidad de la perforación explotada.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en los partidos de Moreno (M), Gral. Rodríguez (R), Tigre (T), Tres de Febrero (TF), San Miguel (SM), Escobar (E), Malvinas Argentinas (MA), J. C. Paz (JP), Hurlingham (H), Zárate (Z), Gral. Alvarado (GA) y Junín (J). La mayoría de los partidos pertenecen al conurbano bonaerense, parte del cordón que rodea a la ciudad de Buenos Aires en sus zonas norte y oeste, algunas aguas en áreas urbanas fueron tomadas en el interior de la provincia de Buenos Aires.

Se trata de zonas densamente pobladas, donde se tomaron 38 muestras de agua durante el mes de junio de 1998. En abril de 1999 se repitió la toma en 8 de los pozos muestreados en el año 1998 para determinar su variación en el tiempo.

La profundidad de los pozos se conoció por encuesta, variando entre 6 y 78 m. En los puntos muestreados, los habitantes no tienen acceso a la red de agua potable ni cuentan con servicio de red cloacal.

La toma de las muestras de agua fue realizada en lugares donde el propietario del inmueble tenía conocimiento del tipo de pozo y la profundidad del mismo. Las muestras se tomaron a la salida del pozo, luego de dejarlas correr durante treinta minutos, se recogieron en recipientes esterilizados donde se las mantuvo refrigeradas hasta su traslado al laboratorio. Además se tomaron 4 muestras correspondientes a aguas de red Capital (C), Gral. Rodríguez (R) y Junín (J) de agua potable para verificar su calidad.

En el laboratorio se procedió, dentro de las 24 hs de extraídas, a la determinación de la concentración de nitratos por el método de Bremner (Keeney y Nelson, 1982).

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de correlación entre los contenidos de nitratos en las aguas estudiadas y la profundidad de los pozos. Se realizó la estadística descriptiva de los datos a fin de conocer los valores medios y la mediana de las muestras tomadas, utilizando el paquete estadístico STATISTIX 4.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

El agua subterránea se caracteriza por su escasa movilidad, con bajas velocidades de flujo que en condiciones de equilibrio natural normalmente varían entre algunos centímetros y decímetros por día. Esto hace que los procesos de degradación, especialmente los vinculados a la contaminación

del recurso hídrico, se produzca muy lentamente, por lo que no siempre resulta fácil detectarlo, especialmente en sus fases iniciales (González, 1997).

No existe una definición única de buena calidad del agua, sino que existen distintas exigencias para la calidad en función de los diversos usos del recurso y para cada uno se establecen guías de calidad. Los niveles más exigentes son los del agua para consumo humano y protección de vida acuática (Mazzucchelli, 1999).

El nivel máximo de nitratos admitido en agua de bebida por el Código Alimentario Nacional es de 45 ppm de nitratos (45 mg/l), valor que es coincidente con los admitidos por la Organización Mundial de la Salud, Comunidad Europea y la USEPA. Niveles superiores implican potenciales riesgos a la salud (Shuval y Gruener, 1977).

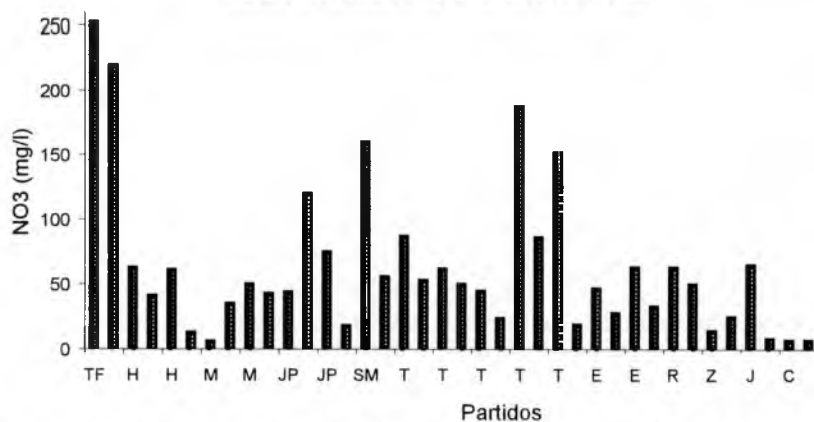
La implicancia de los iones NO_3 en la salud humana no se limita al consumo directo de agua. El hervido de vegetales incrementa la concentración de los mismos, al mismo tiempo existen verduras concentradoras de nitratos, o que contienen cantidades apreciables de aminas, que con los iones nitritos forman las nitrosaminas (Hernández y Minghinelli, 1995).

Se encontraron valores de nitratos que variaron de 6 a 250 mg/l en 1998, según puede verse en el Figura 1. En la Figura 2 puede observarse la profundidad correspondiente a los pozos donde se tomaron las muestras para la determinación de NO_3 , de donde surge una gran variabilidad en ambos parámetros y la falta de relación entre la profundidad y el contenido del ion analizado.

El valor más bajo analizado corresponde al partido de Moreno (6 ppm) y el mayor corresponde al partido de Tres de Febrero en la localidad de Pablo Podestá (252 ppm).

Es de destacar que los niveles encontrados en el 59,4% de las muestras analizadas del primer año superaron ampliamente el nivel de 45 ppm de nitratos en aguas de bebida, en algunos casos este valor llegó a ser 5 veces más alto que el tolerado.

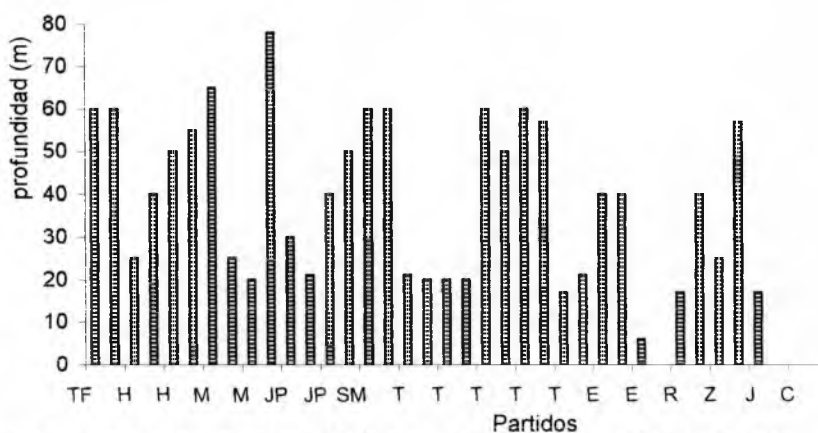
En el 7,9% de las muestras se encontraron valores cercanos al máximo tolerable (valores entre 40 y 45 ppm de NO_3), que al haber sido



TF: Tres de Febrero, H: Hurlingham, M: Moreno, JP: José C. Paz, SM: San Miguel

MA: Malvinas Argentinas, T: Tigre, E: Escobar, R: Gral. Rodríguez, Z: Zárate, J: Junin, C: Capital

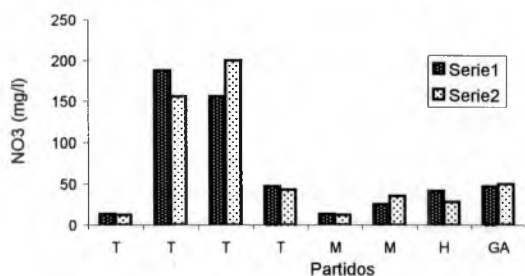
Figura 1. Contenido de nitratos en agua subterránea



TF: tres de Febrero, H: Hurlingham, M: Moreno, JP: José C. Paz, SM: San Miguel

MA: Malvinas Argentinas, T: Tigre, E: Escobar, R: Gral. Rodríguez, Z: Zárate, J: Junin, C: Capital

Figura 2: Profundidad de los pozos muestreados



T: Tigre, M: Moreno, H: Hurlingham, GA: Gral. Alvarado
Serie 1: año 1998, Serie 2: año 1999.

Figura 3. Variación en el contenido de nitratos entre 1998 y 1999

muestreadas en época de recarga y menor demanda (invierno) podría presumirse de menor valor al que podría haber en el verano, época en que los mismos pueden concentrarse, siendo entonces más peligrosas para la salud. Andriulo *et al.* (1997) encontraron que en las aguas subterráneas y de red de la ciudad de Pergamino, el aporte de origen humano ocasiona incrementos significativos de las concentraciones de NO_3 , variando entre años y con contenidos de este ion en la red de agua potable entre 23 y 72 ppm.

El 36,8 % restante de las muestras analizadas

presentó valores menores a 40 ppm de NO_3 en aguas, siendo aptas para consumo.

Para las aguas de red los valores oscilaron entre 7(C) y 33 (R) mg/l de NO_3 , no superando el valor que establecen normas mínimas de calidad de agua librada al servicio por Aguas Argentinas.

En el cuadro N° 1 puede observarse la estadística descriptiva de las muestras analizadas, que complementa la información de las Figuras 1 y 2.

Hernández y Minghinelli (1995) en la cuenca media de los arroyos Martín-Carnaval, encontraron que los mayores valores de NO_3 se hallaban cerca de áreas urbanas con servicio de cloacas reciente o sin ellos.

Los nitratos son buenos indicadores de la contaminación microbiológica del agua donde existan pozos sépticos cercanos a los pozos de agua de bebida. En este caso esta podría ser la vía más factible de contaminación del agua de pozo, debido a la cercanía entre estos y los pozos ciegos (Dillón, 1997).

Según Auge (1997) la contaminación por nitratos en la región pampeana proviene del acuífero libre superior (freático), cuya migración descendente se origina en la disminución del potencial hidráulico del acuífero semiconfinado inferior que es el que provee de agua al conurbano bonaerense.

En otras áreas urbanas de la Pcia. de Buenos Aires se han monitoreado niveles superiores a los encontrados en este trabajo, como por ejemplo en La Plata, Quilmes, Berasategui, Lomas de Zamora, General San Martín, Tres de Febrero, Mar del Plata, Balcarce (Díaz, 1985; Martínez, 1997).

Cuadro N° 1. Estadística descriptiva para la profundidad y el contenido de nitratos en aguas de bebida.

	Profundidad	Nitratos
N	38	38
Media	32,97	60,74
CV (%)	67,7	91,8
Mínimo	0	6
Mediana	27,5	48,5
Máximo	78	252

N: número de muestras

CV: coeficiente de variación

Rossi *et al.* (1992) en 10 pozos de agua para bebida de la cuenca del arroyo Chasicó encontró que el contenido de NO_3 era variable con valores entre 1 a 123 mg/l y valores medios de 24 ppm NO_3 .

Pueden existir grandes variaciones estacionales en los niveles del ion analizado, por lo que es conveniente hacer chequeos periódicos del mismo.

En la Figura 3 se comparan los valores de nitratos de los pozos muestreados entre 1998 y 1999, donde puede observarse que no hubo diferencias marcadas entre las fechas de muestreo. Otamendi y Friedman (1997) evaluando la calidad de aguas subterráneas del Partido de Pilar, encontraron variaciones en el porcentaje de muestras no potables por nitratos entre los años 1994 y 1995.

Por todo lo expuesto es necesario realizar un inventario, y monitorear las fuentes de agua a fin de reducir los problemas causados por la ingesta de agua de mala calidad (Van der Griff y Van Dael, 1998).

Se debe controlar la calidad del agua de los pozos que es consumida por la población, como también la proveniente de los sistemas potabilizadores de agua, ya que aún en los países más desarrollados, se violan los máximos niveles tolerables de elementos permitidos en el agua de bebida. Esta debe chequearse en cuanto a su calidad cada 2 ó 3 años de manera de controlar que la misma se mantenga constante.

La concentración de NO_3 puede presentar variaciones en función a la profundidad de la perforación. El agua proveniente de la capa freática es la más susceptible de ser afectada con altas concentraciones de este ion por estar en contacto directo con la zona no saturada. A mayor profundidad de la perforación sería de esperar un menor contenido de nitratos lo que no siempre ocurre (Santa Cruz, 1994; Auge, 1997).

En este trabajo no hubo correlación entre la profundidad de las perforaciones y el contenido de nitratos ($r^2 = 0,085$), esto indica que no sólo el agua freática se encuentra contaminada sino que el acuífero semiconfinado también lo está para los puntos de muestreo analizados, lo que puede verse en las Figuras 1 y 2, por ejemplo para el partido de Tigre (T).

La calidad del agua no sólo debe interesar por su calidad para bebida, sino que debe ser controlada a fin de evitar mayores deterioros del ambiente

y sirva de herramienta de control de posibles variaciones futuras provocadas por la acción antrópica reflejada en una modificación de las características hidroquímicas del recurso.

CONCLUSIONES

Se encontraron altos niveles de nitratos en las aguas de perforaciones de conurbano bonaerense en el 59,4% de las muestras analizadas. El máximo valor de nitratos para agua subterránea fue el 252 mg/l (Pablo Podestá, Pdo. de Tres de Febrero), mientras que el mínimo fue de 6 mg/l de nitratos (Moreno).

No existe relación entre la profundidad de las perforaciones, ni entre fechas de muestreo y el contenido en nitratos.

Las aguas de red en general presentan valores de nitratos adecuados para la población, encontrándose valores entre 7 (C) y 33 (R) mg/l de nitratos en el agua de bebida. —

AGRADECIMIENTOS

Al Téc. Químico Eduardo Vella por su colaboración durante la realización de los análisis de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRIULO, A.; G. CORDONE; M.L. GALETO y A. TORRIGINO. 1997. Contenido de nitratos en aguas subterráneas del Partido de Pergamino. Libro de Resúmenes del Congreso Internacional sobre Aguas, Buenos Aires: III. 15.
- AUGE, M. 1997. Deterioro de acuíferos por sobreexplotación y contaminación. Congreso Internacional sobre Aguas, Conferencia Plenaria. 34 pp.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO ACTUALIZADO. 1995. Calidad de aguas de bebida. Cap. XII. E-243, DNPH. 2pp.
- DÍAZ, F.M. 1985. Contaminación de las Aguas subterráneas por nitratos". Situación existente en el aglomerado bonaerense. XII Congreso Nac. del Agua Mendoza: 5-9.
- DILLON, P. 1997. Groundwater pollution by sanitation on tropical islands. UNESCO, IHP-V, Technical Documents in Hydrology, N° 6. 34pp.
- FUNDACION CIUDAD. 1999. Foro del agua en Buenos Aires, documento base. Ed. *Tauro*, Buenos Aires, 102 pp.
- GÓNZALEZ, N. 1997. Problemática ambiental de la fertilización nitrogenada. *Jornadas sobre nitrógeno*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U.N.L.P. 10pp.
- HERNANDEZ, M. A. y L. F. MINGHINELLI. 1996. Contaminación por nitratos del acuífero freático en la cuenca Martín – Carnaval (Partido de La Plata, Pcia. De Buenos Aires). II Seminario Hispano-Argentino sobre temas actuales de Hidrología Subterránea, UNT. *Rev. Serie Correlaciones Geológicas 11*: 151-159.
- JASA, P.; S. SKIPTON; D. VARNER and H. DELYNN. 1996. Drinking water. Nitrate-nitrogen. *NebGuide*, G96-1279-A. 7pp.
- MÁRTINEZ, D. E. 1997. Incremento en la concentración de nitratos en aguas subterráneas de la Cuenca de la Laguna de los Padres, Pcia. de Bs.As., Argentina. Congreso Internacional de Aguas, Libro de Resúmenes: III-10.
- MAZUCHELLI, S. 1999. El agua y el desarrollo sustentable. Panel la cuestión del agua en Buenos Aires. En Foro El agua en Buenos Aires, 15-16 de mayo, Correo Central, Buenos Aires, Argentina.
- KEENEY, D. R. and D. W. NELSON. 1982. Nitrogen-Inorganics forms, Chapter 33. In *Page A.L. (Ed.) Methods of soil analysis (part 2), Chemical and microbiological properties*. 2° ed, N° 2. Part 2 in the series Agronomy, ASSA., Inc. Soil Sci. Society, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA. 1159.

- OTAMENDI, G. y R. FRIEDMAN.** 1997. Relevamiento de la calidad físico-química microbiológica de las aguas del Partido de Pilar, Prov. de Buenos Aires. Libro de Resúmenes del Congreso Internacional sobre Aguas, Buenos Aires: III.49
- PETCHENESHKY, T.** 1988. Evaluación del nivel de nitratos en agua de bebida en los partidos del Gran Buenos Aires. Dirección Nacional de Calidad Ambiental, Secretaría de Salud, Ministerio de Salud y Acción Social. 108pp.
- SANTA CRUZ, J.N.** 1994. Tipología general de contaminación de las aguas subterráneas en el Conurbano Bonaerense. *Revista Fundación Museo Nacional La Plata.Bs. As.*:1-19.
- SHUVAL, H. I. and N. GRUENER.** 1977. Health effects of nitrates in water. EPA 600/1-77-030.
- VANDERGRIFT B. and J.G.F. VANDAE.** 1998. Problem-oriented approach and the use of indicators UN/ECE task Force Monitoring & Assessment. Transboundary Groundwater; Final draft su-project 4. RIZA report KOA 97.132. 51pp.
- VITOUSEK P., J. D. ABER, R. W. HOWARTH, G. E. LIKENS, P.A. MATSON, D. W. SCHINDLER, W. H. SCHESINGER and D.G. TILMAN.** 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*, 7: 737-750